云南白马雪山小地老虎蛾迁飞观察*

杨大荣 沈发荣
（中国科学院昆明动物研究所）

鲁 自
（德钦县科学技术委员会）

摘 要

本文报道了小地老虎蛾迁飞活动与气候因子及能源物质的相互关系。1985—1988年在云南白马雪山进行了三个全年的小地老虎蛾迁飞动态的系统观察，并测定比较了不同虫源的脂肪含量。结果表明，白马雪山一年有5次迁飞蛾峰。迁飞蛾种群动态与温度、湿度、降水、风速、气压和高空50000帕的西南及北风气流有密切关系。不同虫源的雌蛾脂肪含量差异显著，迁出型含量最高，本地型次之，迁飞过境型又次于前者，迁入型含量最低。

关键词：白马雪山，小地老虎蛾，迁飞

小地老虎 *Agrotis ypsilon* (Rottemberg) 对农、林、牧生产危害很大，是一种世界性大害虫。该虫在我国的迁飞扩散，经近年来全国协作研究已得出结论（贾佩华，1985；王荫长等，1986）。而对其飞翔动态研究不多，利用高山地理优势观察迁飞动态也仅见短期的观察报道（旷昌炽，1982），终年在雪山诱蛾观察，则未见报道。

为探讨小地老虎终年迁飞动态和分析虫源性质，我们于1985—1988年在滇西北横断山区的白马雪山开展了这一工作，得出如下研究结果。

自 然 地 理 概 况

白马雪山位于北纬27°27′—28°36′，东经98°57′—99°21′之间，为云南西北部的青藏高原南延部份，是横断山脉中段，金沙江与澜沧江之分水岭，也是我国典型的横断山脉高山峡谷区。地势由西北向东南逐渐倾斜，主峰海拔5430米，终年积雪。东南山脚霞若乡，海拔1880米，相对高差3550米。

* 文稿承蒙朱世模副研究员审阅；云南小地老虎科研协作组的文山州、玉溪市、昭通地区农科所、临沧地区、昆明市、双柏、盈江和陇川县植保植检站等单位提供诱蛾资料；本所龙勇诚和德钦县科委的春生等同志参加1985—1986年的部份诱蛾工作，一并致谢。

本文1989年3月28日收到，1990年8月17日修回。

诱蛾点设于白马雪山北垭口，海拔4350米和3950米两地，北纬约28°23′，东经约99°01′。垭口两面高山耸立，中部为一条南北长30公里的峰谷，海拔4150—4300米，其两端即南、北两个垭口。两个诱蛾点年平均气温－1.1——－1.4℃；1月为－10.1——－15.3℃；7月平均气温10.2—7.7℃。全年约有180天的积雪或冻土期。年降水量673——950毫米，多集中于7—9月，约占年降水总量的75%。年平均风速6.8米/秒。

材料与方法

（一）越冬调查 在白马雪山每年10月至次年4月进行越冬虫源调查。选取不同海拔地点取样。以一平方米为一个基本取样单位，挖土深度6—7厘米，每组样地根据面积大小每次抽样20—40平方米。

（二）成虫诱集 用1200瓦小型汽油发电机（海拔4350米观察点）和微型水电站供电（海拔3950米观察点）。每个观察点安装2个250瓦的高压汞灯为诱集光源，灯距为50米，灯后用1.5米×1.5米白帆布幕支撑作蛾子停息地，每晚诱集4小时(20—24时)；5—9月每点增加5个糖醋液盆连续诱蛾。每天统计蛾数、性别。

（三）雌蛾卵巢解剖 各点每日随机抽查20头雌蛾解剖，不足20头时全部剖查。雌蛾解剖和卵巢发育分级方法参照江苏农学院（1974）。

（四）气象要素观测 各点用周记型和日记型温、湿度自动记录仪记录全天温、湿度；用微型气象观测仪每日于8、14、20时观察记录降水、风向、气压等气象数据。

（五）不同虫源类型雌蛾粗脂肪提取与分析

1.供试虫源：

（1）迁入型成虫 5月份采自迁入白马雪山虫源。以雌蛾抱卵已4级，蛾已在当地交配产卵为依据。

（2）迁飞过境型成虫 7月份诱集迁飞过境虫源。雌蛾抱卵2级，蛾子不在当地交配产卵，还在继续迁飞。当时白马雪山的小地老虎已发育为4—6龄幼虫，证明不是当地虫源。

（3）昆明本地型成虫 8月份在昆明挖取当地蛹，笼内饲养羽化，并饲喂3天糖水，一俟蛾子交配产卵即收集测试。

（4）迁出型成虫 根据几年的调查结果，白马雪山（海拔3900米以下地区）为小地老虎发生一代区，5月出现卵和幼虫，8月成虫羽化后即突然消失（迁出）。8月诱集初羽化、抱卵一级、准备迁出的虫源测试。

2.提取方法：采用索氏（Soxhlet）抽提法提取。待测成虫均烘干（温度103℃，2小时）并称重，用无水乙醚作溶剂抽提。粗脂肪量以含脂率表示，即每头成虫（干重）所含脂肪百分率。

结果分析与讨论

（一）越冬调查

1985年4月，11—12月；1986年和1987年3—4月，10—12月及1988年1—2月。

表1　白马雪山小地老虎诱蛾量及雌蛾卵巢发育程度比较（1985—1987年）*

Tab.1. The number and the female ovarian development of the black cutworn moth on Baima snow mountain (1985—1987)

月份	月平均温度 (℃)	诱蛾量(头) 雌	雄	合计	雌性比例 (%)	解剖数 (头)	雌蛾卵巢发育进度 一级 头	%	二级 头	%	三级 头	%	四级 头	%	五级 头	%	交配率 (%)	每月蛾量最多时期	备注
1	−16.3	0	0	0	0	0													
2	−11.1	0	0	0	0	0													
3	−6.7	0	0	0	0	0													
4	−3.6	8	9	17	47.1	8	5	62.0	3	38.0	0	0	0	0	0	0	0	8—16日	6日始见
5	2.0	86	69	155	55.5	86	11	12.8	35	40.7	35	40.7	5	5.8	0	0	51.2	20—22日	
6	6.5	795	743	1538	51.7	795	413	51.9	206	25.9	176	22.1	0	0	0	0	21.4	21—28日	
7	7.7	11693	9868	21561	54.2	900	618	68.6	257	28.6	25	2.8	0	0	0	0	2.0	8—22日	全年蛾量最高月
8	5.9	106	113	219	48.4	106	49	46.2	47	44.3	10	9.4	0	0	0	0	0.9	10—18日	
9	5.0	750	625	1375	54.5	750	0	0	507	67.6	237	31.6	6	0.8	0	0	14.0	12—15日	
10	1.6	11	10	21	62.3	11	0	0	11	100	0	0	0	0	0	0	0	25—30日	
11	−4.8	30	27	57	52.6	30	4	13.3	4	13.3	22	73.3	0	0	0	0	10.0	21—24日	26日后蛾终
12	−7.4	0	0	0	0	0													

* 1985年1—4月未诱蛾

在白马雪山和德钦县升平镇等地海拔3450—3900米的农作旱地、蔬菜地、高山草甸，选择不同地势、作物、杂草、牧场、石堆和粪堆等环境进行广泛调查，共取样2650平方米，未查获任何虫态的小地老虎。1987年11月18日，作者于德钦县奔子栏乡的金沙江干热河谷（海拔2080米）的小麦田和蔬菜地里采到2—3龄幼虫23头，当天连土壤一起带到海拔3950米的观测点上饲养。其中13头埋入10厘米深的室外土壤中（日平均温-6.4℃）；另用一木箱装入30厘米厚的土，把另10头虫放入10厘米和5厘米深土中，饲养于室内（日平均温-2.1℃，相当于海拔3450米的德钦县城12月至2月的室外月平均温度）。室外第三天土壤冻结坚硬，幼虫全部死亡。室内幼虫也在第三天开始死亡，15天后全部死去。根据四年来的越冬调查和冬季幼虫试养结果，证明小地老虎在白马雪山海拔3450米以上的地区不能越冬。

（二）白马雪山垭口不同时期诱集小地老虎迁飞蛾数和雌蛾卵巢发育程度比较及虫源类型分析（表1）。

在白马雪山一年中有8个月可不同程度地诱到成虫。而从雌蛾卵巢发育程度和蛾量消长状况看，明显地出现5个消长蛾峰（图1）。

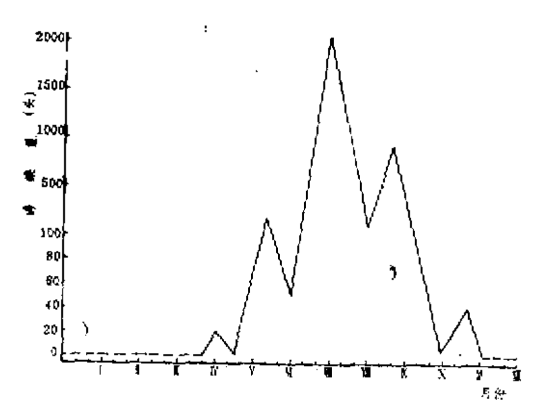


图1 白马雪山小地老虎迁飞蛾一年中消长图（1986年）

Fig.1. The growth and decline figure of the migrations of the black cutworm moth in a year on Baima snow mountain (1986)

第一次蛾峰时间为4月上、中旬，蛾量少，蛾峰时间短，雌蛾抱卵全为1—2级，当时在海拔3450米以上的雪山无越冬虫态，而河谷地区则多为5—6龄虫，不能构成此次迁飞。此时在云南的东南和西部地区的文山、腾冲和盈江等县正是越冬蛾羽化时期，如1985年4月10—18日盈江县植保植检站共解剖雌蛾68头，1—2级卵占67.7%，并出现大量初羽化成虫突然消失现象。推测该次迁飞蛾是从这些地区和更南的邻国迁入滇西北及以北省（区）繁殖。1982年3月10日至29日，全国小地老虎科研协作组在云南省砚山县标记释放成虫1636头，3月31日在我国西北甘肃文水县收到标记蛾1头，两地直线距离1236公里，从而证实了该期间的北迁活动(贾佩华，1985)。根据郭郛等（1963）、Dingle（1973）有关昆虫迁飞到新的栖息地后，必然进行生殖并留下后代，不生殖则继续迁飞寻找适合繁殖后代的栖息地的论述，认为此次迁飞属于过境迁飞。

第二次蛾峰时间为5月中旬，蛾子连续出现，雌蛾卵巢发育以2—3级为主，占81.4%，并出现4级卵，交配率51.2%，此次迁飞蛾有迁入本地繁殖型和迁飞过境型两种。1985年5月15—25日，云南中部和南部的玉溪、双柏、文山、临沧和思茅等县田间调查和诱蛾观测，抱卵1—2级的占46.2—78.5%，随后蛾量突减，以上地区蛾量突减时期与白马雪山蛾量突增时期相吻合。此次蛾峰过后，在白马雪山海拔3900米以下地区开始查到卵和低龄幼虫，证明有部份迁飞蛾已在本区域产卵繁殖。

第三次迁飞蛾峰时间为6月下旬至8月中旬，此次迁飞是白马雪山一年中诱蛾量最多、时间最长的一次。蛾量高峰期为7月10—22日。如1985年7月14—16日，每天灯诱的蛾数实际已超过万头，表1中仅统计了三年实际毒杀计数的蛾子。雌蛾抱卵以1—2级为主，占雌蛾量的88.5%。同期，昆明市植保植检站诱蛾观察，蛾量突增，解剖雌蛾81头，抱卵3—5级占59.3%；昭通地区农科所在昭通坝诱蛾，雌蛾抱卵3—4级占92.3%。雪山诱蛾突增期与滇中、滇东北诱蛾突增期十分吻合。估计迁飞虫源大部份由白马雪山以北和以西地区迁出，其中8月有部份蛾是从白马雪山海拔3450米以上地区迁出。如1987年8月14日在海拔3600米调查，取样25平方米，发现蛹16头，6龄4头，蛹壳23个，未见卵和低龄虫。所以此次迁飞蛾为过境型和迁出型两类。

第四次蛾峰时间9月中旬至10月下旬。雌蛾抱卵2级为主，占83.8%，少数3—4级。该次迁飞以过境型为主，有零星蛾子垂直迁入山脚干热河谷区繁殖。推测此次蛾由滇西北和以北及以西地区迁向滇西、滇南及更远的南方。1984—1986年同期，潞西、临沧、盈江等县城蛾量突增，雌蛾抱卵3级以上占51.6—68.0%。

第五次蛾峰时间为11月下旬。蛾峰时间短，量少；雌蛾抱卵以3级为主，虫源为过境迁飞型。此时在白马雪山海拔3450米以上地区的土壤已冻结，部份为冰雪覆盖，无繁殖环境。据陇川县植保植检站1985年以来诱蛾观察，11月下旬常有一次突增蛾峰，雌蛾抱卵全是3级以上。估计这次迁飞蛾是由省外或国外迁入滇西和滇南低海拔区越冬繁殖的。

（三）迁飞蛾与气象条件的关系

1.地面气象要素与迁飞蛾的关系

对比小地老虎蛾每次蛾峰出现前后几天的地面气象要素（温度、相对湿度、降水、风速及气压值）变化有一定规律性。每次蛾峰出现前2—3天，天气晴朗，气温升高，湿度下降，风速小；而蛾峰出现当天，天气则常转为下午6时前有阵雨，傍晚则阴天多雾，温度在下降，湿度则增高；风速由静风或2级以下微风加大到2—4级；气压也略升高200—800帕；在一年中蛾峰最高日前后尤为明显（表2）。

表2 白马雪山小地老虎迁飞蛾高峰日与地面气象的关系

Tab.2. Relationship the ground meteorological change and the immigratory density reached peak of the black cutworm moth on Baima snow mountain

年度	日/月	温度（℃）	湿度（%）	风速（米/秒）	日降水量（毫米）	气压（帕）	备注
1985	13/7	9.7	62.0	0.5	0	64050	诱蛾量稀少
	16/7	6.7	78.3	5.5	2.4	64590	全年蛾量最高日
1986	20/7	6.5	66.5	2.0	0	64050	诱蛾量较少
	22/7	6.1	72.1	4.8	0.3	64490	全年蛾量最高日
1987	8/7	9.0	70.5	2.3	0.2	63950	诱蛾量较少
	10/7	6.8	75.8	6.5	4.5	64860	全年蛾量最高日

2.高空气流与迁飞蛾的关系

据各次蛾峰出现期结合高空气流分析，50000帕高空都有切变线、槽线相配合。在这种天气系统影响下，常伴随着降温、降雨和降雪天气。所以，雪山每次蛾峰出现时，常可与一次气流型建立相互联系。一般规律为：春夏季主要以西南气流和西南气流北伸型及偏西气流为主。秋季主要以北风气流型和东北风气流型为主。如1986年4月15日，从仰光—万象一线以西及以北到我国西南地区出现一次西南气流北伸型。该次气流进入滇西北向北延伸后，随着北方一次冷空气南下，切变线南移，西南气流影响的北界也随着南移，在滇西北普遍出现降水、降温天气。白马雪山气温比11—12日下降2.2—4.0℃，15—17日连续出现降雪、降雨，此时在高空流动空气中的迁飞蛾被下降冷空气携带到雪山地面，15—16日晚上形成了当年第一次小地老虎迁飞蛾峰。

（四）不同虫源类型的雌蛾体内粗脂肪含量比较（表3）。

表3 不同虫源类型小地老虎雌蛾脂肪含量比较（1987）

Tab.3. Comparisons with the crude fat contents among adults the various types of population source (1987)

虫源类型	测定头数	样品总干重（毫克）	粗脂肪总重量（毫克）	平均含脂率（%）	平均每头含脂量（毫克）
迁入型（白马雪山5月）（雌蛾抱卵4级）	50	1962.0	432.5	22.04	8.65
迁飞过境型（白马雪山7月）（雌蛾抱卵2级）	50	2077.5	502.5	24.19	10.05
昆明本地型（昆明花红洞8月）（笼内养蛹羽化蛾）	50	2191.0	727.5	33.23	14.56
迁出型（白马雪山8月）（雌蛾抱卵1级）	50	2225.0	744.0	33.43	14.88

从表3可看出，小地老虎蛾自然种群中迁出型脂肪含量最高；本地繁殖型次之；迁飞过境型再次之；迁入型含量最低。从不同虫源性质的粗脂肪分析结果说明，迁出型雌蛾在本地羽化后，迁飞前必须积累充足的能源物质，供其在长距离迁飞过程中转化为足够的能量。过境迁飞型和迁入型蛾子经过长距离迁飞，在到达白马雪山的过程中，体内能源物质大量消耗，剩余的脂肪含量较低。特别是迁入本地产卵繁殖的雌蛾，除长距离迁飞中脂肪大量消耗外，再加产卵前卵巢的发育成熟，脂肪消耗加快，因此含脂率最低。本地繁殖型雌蛾只在羽化地繁殖，羽化后脂肪在卵巢发育成熟和产卵过程中逐渐消耗，故较迁出虫源含脂量偏低。Johnson (1963) 和 Rockstein (1978) 等学者多年研究得出，蛾类远距离迁飞的主要能源来自体内积累的脂肪，随着迁飞的进程，体内脂肪逐渐消耗。本文测定结果佐证了上述学者的结论。同时表明，脂肪含量测定也可作为分析不同虫源类型的生理指标。

参考文献

王荫长等 1986 小地老虎含脂率与各地虫源性质的分析。植物保护学报 13(4):245—249。

江苏农学院 1974 怎样解剖检查雌蛾抱卵情况。昆虫知识 11(1):42—45.

旷昌炽 1982 贡嘎山小地老虎迁飞考察。昆虫知识 19(3):1—3。

贾佩华 1985 小地老虎远距离迁飞标记回收结果简报。植物保护 11(2):20。

郭郛等 1963 粘虫(*Leucania separata* Walker)生殖研究 I .成虫的一般特性。昆虫学报 12(5—6):265—276。
Dingle, H. 1973 Migration strategies of insects. *Science* 175(4028):1327—1335.
Johnson, C.G. 1963 Physiological factors in insect migration by flight. *Nature*, 198:423—427.
Rockstein, M. 1978 Carbohydrates in flight muscles. IN: biochemistry of insect 37—42. Academic press New York, San Frcncisco, London.

OBSERVATIONS ON THE MIGRATIONS OF THE BLACK CUTWORM MOTH (*Agrotis ypsilon* ROTT.) ON BAIMA SNOW MOUNTAIN, YUNNAN

Yang Darong　Shen Farong
(*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Lu Zi
(*Science and Technology Council of Deqin County*)

This paper deals with the migrations of the black cutworm moth (*Agrotis ypsilon* Rott.)and the energy source and climative factors. Observation stations were setting up on Baima snow mountain, Yunnan Province, and the throughout the year observed periodically the migratory population dynamics of the black cutworm moth, in 1985 to 1988.

1. We found that there are five mass immigratory on Baima snow mountain each year; The first in April; the second in May; the third mass immigratory from June to August; the fourth in September and October; the fifth in November.

2. The results of the observation of last serveral years showed that the dynamics of the immigratory population had close relation with temperature, humidity, rain, wind and atmospheric pressure. In natural condition, the immigratory density reached peak at 6.1 to 6.8℃, air humidity at 72.1 to 78.3%, wind vilocity at 4.8 to 6.5 m/s, a day precipitation at 0.3 to 4.5 mm, and atmospheric pressure 639.5 to 648.6 hectopascal.

The results of the observation also showed that the various immigration peak periods of the black cutworm moth had closest correlation with the southwest and north wind of high altitude atmospheric pressure 500 hectopascal airflow court.

3. There are obvious differences in crude fat contents among adults the

various types of population sources. The content of the emigratory type is higher than the local type; the local type is higher than transitionary type; the transitionary type is higher than immigratory type; however, that of the immigratory type is the lowest one. The percentages are 33.4%, 33.2%, 24.2% and 22.0% respectively.

Key words: Baima snow mountain, Black cutworm moth, Migration

研究简报

多疣壁虎卵的孵化特征

INCUBATION CHARACTER OF EGGS OF THE *Gekko japonicus*

关键词：多疣壁虎，卵，孵化，初孵幼体，状态指数

Key words: *Gekko japonicus*, Egg, Incubation, Newly hatchled, Condition index

供试多疣壁虎于1987、1988年的4月中旬至5月上旬采自杭州市区。选择体长（SVL，snout-vent length）≥56.0毫米的性成熟雌体（Tokunaga，1984），在室内饲以面包虫（larvae of *Tenebrio molitor*），提供含钙饮水，使其在室温条件下产卵。卵产后12小时移入26℃，28℃和32℃（±0.5℃）的恒温室，记录卵的长短径和湿重，置潮湿沙面上孵化。定期称孵化中卵的湿重。幼体出壳6小时测量体长、尾长，称湿重。初孵幼体的状态指数以湿体重（克）/SVL（厘米）^{3}×100%表示。

初生卵纯白、柔软，不久卵壳硬化变脆，孵化期间长短径不变。80枚卵在3温级中共孵出42头幼体，其中3枚卵未受精，分别属3窝卵（每窝卵一般2枚）。8枚湿重小于0.424克的卵和6枚卵壳过薄或不硬化的未孵出。正常受精卵在28℃和32℃两组中均能孵出，26℃组中有1枚卵幼体死于卵内，其发育状态已同初孵幼体。孵化中，卵湿重持续递减。

温度对孵化期的影响显著〔$F(2,35)=188.01$，$P<0.01$〕。32℃中的孵化期短于28℃（$LSR_{0.01}=3.7$）和26℃（$LSR_{0.01}=3.9$），28℃中的孵化期亦短于26℃（$LSR_{0.01}=3.7$）（表1）。温度对初孵幼体和初始卵的湿重比有显著的影响〔$F(2,21)=8.77$，$P<0.01$〕。26℃中该比值小于28℃（$LSR_{0.01}=6.7$）和32℃（$LSR_{0.01}=6.4$），后两者之间无显著差异（$LSR_{0.05}=4.7$）。温度对初孵化体的状态指数亦有显著影响〔$F(2,28)=4.69$，$P<0.05$〕，26℃中孵出的幼体状态指数小于28℃（$LSR_{0.01}=0.392$）和32℃（$LSR_{0.05}=0.296$），后两温度中孵出的幼体间无显著差异（$LSR_{0.05}=0.296$）。入孵卵和孵出幼体的大小之间呈正相关（$t=2.850$，$P<0.01$，$df=22$）。初孵幼体的体长和尾长亦呈（下转72页）

表1 孵化温度对孵化期的影响

Tab. 1. The influence of incubation temperature on incubation period

温度(℃)	孵化期（天）*	数据来源
24	86	Tokunaga(1985)
26	69±2 (13) 65—76	本研究
28	58±2 (11) 53—65	本研究
32	43±2 (14) 38—45	本研究

* 该项内数值（除86）为平均值±2标准误及范围。括号内数字（壁虎个体数）为样本大小。

本文1990年3月26日收到，同年6月30修回。